

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной  
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.



**Фонд оценочных средств по дисциплине**

Статистические методы машинного обучения

Направление подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

*код и наименование направления подготовки*

**Математические методы в экономике**

*наименование профиля подготовки*

ФЭС составила:

канд. физ.-мат. наук, доцент,  
доцент кафедры теории вероятностей  
и математической статистики



Т.В. Кабанова

Рецензент:

канд. физ.-мат. наук,  
доцент кафедры теории вероятностей  
и математической статистики



Е.Ю. Лисовская

Оценочные средства одобрены на заседании учебно-методической комиссии  
института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол от 12 мая 2022 г. № 04.

Председатель УМК ИПМКН,  
д-р техн. наук, профессор



С.П. Сущенко

**Фонд оценочных средств (ФОС)** является элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ФОС разрабатывается в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины и включает в себя набор оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### 1. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
			Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ИОПК-3.1. Демонстрирует навыки применения современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области	ОР-3.1.1 Знает основные методы статической обработки данные, умеет строить модели реальных процессов в различных прикладных областях. ОР-3.1.2. Владеет различными программными инструментами статистической обработки данных.	Сформированные систематические знания умения и навыки	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, и в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками умения и навыки	Общие, но не структурированные знания и, в целом успешные, но не систематические и осуществляемые умения и навыки	Фрагментарные знания, частично освоенные умения и навыки
	ИОПК-3.2. Демонстрирует умение собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов	ОР-3.2.1. Умеет собирать данные в соответствии с поставленной задачей конкретной предметной области и осуществлять их предобработку. ОР-3.2.2. Строит математические модели, осуществляет их анализ качества и интерпретирует полученные результаты				

## 2. Этапы формирования компетенций и виды оценочных средств

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1.	Введение в статистический анализ данных	ОР-3.2.1	Практические задания, теоретические вопросы теста
2.	Критерии сравнения групп	ОР-3.1.1, ОР-3.1.2, ОР-3.2.1, ОР-3.2.2.	Практические задания, теоретические вопросы теста
3.	Корреляционный анализ	ОР-3.1.1, ОР-3.1.2, ОР-3.2.1, ОР-3.2.2.	Практические задания, теоретические вопросы теста
4.	Регрессионный анализ	ОР-3.1.1, ОР-3.1.2, ОР-3.2.1, ОР-3.2.2.	Практические задания, теоретические вопросы теста
5.	Задачи классификации	ОР-3.1.1, ОР-3.1.2, ОР-3.2.1, ОР-3.2.2.	Практические задания, теоретические вопросы теста

## 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки образовательных результатов обучения

### 3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине.

Текущий контроль по дисциплине осуществляется на основании проверки практических заданий, выполняемых студентами на компьютерах в течение семестра.

Студенты получают у преподавателя или собирают самостоятельно статистические данные для дальнейшего анализа и построения математических моделей. Проводят предварительную обработку данных, выбирают адекватный метод анализа в зависимости от целей исследования и типов данных, реализуют выбранные методы на компьютере, делают выводы и интерпретацию полученных результатов.

Примеры практических (лабораторных работ).

#### **Лабораторная работа. Предварительная обработка данных**

Задание.

1. Импортировать заданный набор данных.
2. Проверить на наличие пропусков и выбросов.
3. Для количественных показателей построить гистограммы.
4. Найти оценки числовых характеристик.
5. Проверить гипотезу о нормальности.
6. Построить диаграммы размаха по группам на основании разбиения количественных показателей по уровням категориальных признаков.

#### **Лабораторная работа. Анализ связи признаков**

Выполняется в R. Задание:

Импортировать таблицу с данными в R.

1. Построить графики для визуализации данных и их взаимосвязей.
2. Проверить связи факторов друг с другом и их влияние на зависимую целевую переменную, выбирая соответствующий критерий, в зависимости от типов данных.
3. Проверить гипотезы о значимости связи.

#### **Лабораторная работа. Парная регрессия. Генерация.**

Выполняется в R. Задание:

1. Определить объем выборки  $n$  (от 50 до 150).
2. Сгенерировать вектор значений предсказываемой переменной.
3. Задать вектор шума, удовлетворяющий условиям Гаусса-Маркова.
4. Задать параметры регрессии.

5. Сформировать вектор значений зависимой переменной по линейной модели регрессии.
6. Построить диаграмму рассеяния и при необходимости скорректировать параметры.
7. Построить МНК-оценки параметров, проверить их значимость, сравнить с исходными значениями
8. Найти СКО остатков.
9. Проверить общую адекватность модели.

### 3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Темы для подготовки к письменному экзамену.

1. Типы данных и способы их представления.
2. Параметрические критерии сравнения групп.
3. Непараметрические критерии сравнения групп.
4. Корреляционный анализ количественных данных.
5. Ранговая корреляция.
6. Корреляционный анализ категоризованных данных.
7. Парная регрессии. Модель. МНК-оценки параметров.
8. Числовые характеристики оценок параметров парной регрессии.
9. Теорема Гаусса-Маркова для случая парной регрессии.
10. Проверка качества уравнения парной регрессии.
11. Нелинейные модели и линеаризация.
12. Случай смещенного шума.
13. Случай коррелированных гомоскедастичных наблюдений.
14. Случай некоррелированных гетероскедастичных наблюдений.
15. Мультиколлинеарность.
16. Фиктивные переменные.
17. Постановка задачи классификации.
18. Логистическая регрессия.
19. Метрики качества бинарного классификатора.
20. ROC-анализ.

Примеры вопросов для теста.

1. По критерию Голдфелда – Квандта были получены следующие результаты:

$$GQ = 6.7131, df1 = 22, df2 = 21, p\text{-value} = 2.437e-05$$

Какой вывод можно сделать?

имеется мультиколлинеарность

нет мультиколлинеарности

остатки гомоскедастичны

остатки гетероскедастичны

2. Собственные числа информационной матрицы равны:

7.5646e+07 3.7582e+05 2.3019e+04 3.2468e+03 4.03e+02 1.2817e+02

Какой вывод можно сделать?

Имеет место эффект мультиколлинеарности.

Нет мультиколлинеарности.

Недостаточно информации, чтобы сделать вывод о мультиколлинеарности.

3. В модели без свободного члена коэффициент детерминации в статистических пакетах рассчитывается по формуле:

$$а) R^2 = 1 - \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}$$

$$б) R^2 = \frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}$$

$$в) R^2 = 1 - \frac{\frac{1}{n-m} \sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{\frac{1}{n-1} \sum(y_i - \bar{y})^2}$$

$$г) R^2 = \frac{\sum \hat{y}_i^2}{\sum y_i^2}$$

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения

##### 4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.

Текущий контроль осуществляется в виде проверки выполнения практических заданий на практических занятиях. Каждая работа оценивается на «зачтено»/ «не зачетно». Работа на засчитывается, если код работает некорректно или студент не может пояснить шаги, выполненные в программе, и правильно проинтерпретировать полученные результаты. В течение семестра должны быть в срок выполнены все предложенные работы.

##### 4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

Экзаменационная оценка складывается из текущего посещения (не менее 80% занятий), в срок выполненных практических заданий и результатов тестирования (при онлайн обучении) или письменного коллоквиума по темам из п. 3.2 (при оффлайн форме).

Оценка за теоретическую часть ставится на основании теста или письменного коллоквиума.

Тест из 15 вопросов. Максимум 30 баллов.

0-15	Неудовлетворительно
16-20	Удовлетворительно
21-25	Хорошо
26-30	Отлично

Письменный коллоквиум. Два вопроса из п. 3.2.

Ответ не дан или дан неверно, имеются грубые ошибки в формулировках и выводах	Неудовлетворительно
Ответ дан, но не в полном объеме, имеются существенные недочеты	Удовлетворительно
Ответ дан практически полностью, имеются некоторые незначительные ошибки	Хорошо
Ответ дан в полном объеме, допускаются очень незначительные погрешности	Отлично

При недостаточном посещении в течение семестра или невыполненных в срок работах студент может получить на экзамене дополнительные вопросы по пропущенным темам или дополнительное задание по практике.